

# Best Available Copy

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-184130

(43)Date of publication of application : 01.07.1992

(51)Int.Cl.

G01L 9/00

(21)Application number : 02-312417

(71)Applicant : MURATA MFG CO LTD

(22)Date of filing : 16.11.1990

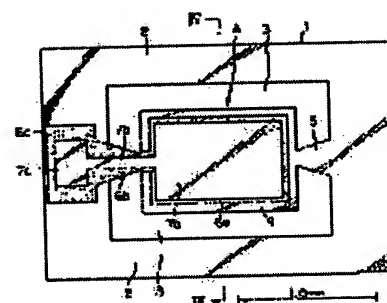
(72)Inventor : KOSHIDO YOSHIHIRO  
YOSHINO YUKIO  
IKEDA AKIO

### (54) PRESSURE GAUGE

#### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To measure pressure with high precision in a simple manner by utilizing a piezoelectric resonator using a piezoelectric thin film.

**CONSTITUTION:** The peripheral edge of a constant elasticity metal thin plate 1 having a rectangular form is formed as a frame 2, and a rectangular shaped vibration part 4 is formed, separated from a U-shaped groove 3. The frame 2 and the vibration part 4 are connected by a connection part 5 having a narrow width, and the node of the vibration generated in the vibration part 4 is supported. The shape of the connection part 5 is made narrower toward the center from the peripheral edge. Continuous piezoelectric thin films 6a-6c are vapor-deposited on one



connection part 5 on the vibration part 4 and a part of the frame 2. The material is ZnO, etc. The vibration part 4 of the constant elasticity metal plate 1, piezoelectric thin film 6a, and a vibration electrode 7a form a piezoelectric resonator A, and high frequency signals are inputted between an electrode 7c and the frame 2, and then the high frequency signal propagates to the vibration part 4, and vibration is generated. The impedance of the piezoelectric resonator A changes in linear form according to the degree of vacuum. Since the resonance frequency of the resonator A does not vary according to the degree of vacuum, the resonance resistance or the counter-resonance resistance can be measured directly as the function of the degree of vacuum, by inputting the signal having a certain frequency, and the degree of vacuum can be measured in simple manner.

---

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平4-184130

⑬ Int.Cl.<sup>5</sup>  
G 01 L 9/00識別記号  
C 庁内整理番号  
9009-2F

⑭ 公開 平成4年(1992)7月1日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全4頁)

⑮ 発明の名称 圧力計

⑯ 特 願 平2-312417

⑰ 出 願 平2(1990)11月16日

⑱ 発 明 者 越 戸 義 弘 京都府長岡京市天神2丁目26番10号 株式会社村田製作所  
内  
⑱ 発 明 者 吉 野 幸 夫 京都府長岡京市天神2丁目26番10号 株式会社村田製作所  
内  
⑱ 発 明 者 池 田 明 夫 京都府長岡京市天神2丁目26番10号 株式会社村田製作所  
内  
⑲ 出 願 人 株式会社村田製作所 京都府長岡京市天神2丁目26番10号  
⑳ 代 理 人 弁理士 筒井 秀隆

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

圧力計

## 2. 特許請求の範囲

(1) 1枚の恒弾性金属板の周縁部を枠部とし、その内側に幅狭な連結部を介して振動部を一体に設け、この振動部の上面に圧電薄膜を形成するとともに、圧電薄膜上に電極を形成してなる圧電共振子と、

圧電共振子の電極と恒弾性金属板との間に共振周波数または反共振周波数に相当する一定周波数信号を入力することにより、真空度に依存して変化する圧電共振子の共振抵抗または反共振抵抗を測定する測定装置と、  
を具備したことを特徴とする圧力計。

## 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は圧力計、特に大気圧～1 Torr程度の真空度を精度よく測定可能な圧力計に関するものである。

## (従来の技術)

従来、圧力計としては種々のものがあり、例えば静電容量式圧力計やブルドン管等が公知である。このうち、静電容量式圧力計は高価である欠点があり、ブルドン管は安価であるが大型で高真空領域に対応できない欠点がある。

このような欠点を解決するものとして、音叉型水晶振動子圧力計が提案されている。音叉型水晶振動子圧力計は真空度に依存して変化する水晶振動子の共振抵抗または反共振抵抗を測定することにより、真空度を知るものであり、小型でかつ高精度に測定できる利点がある。

## (発明が解決しようとする課題)

しかしながら、音叉型水晶振動子の問題点は、真空度によって共振周波数が変化してしまうことである。そのため、音叉型水晶振動子を圧力計として利用するには、

① 発振回路に音叉型水晶振動子を組み込んで実際に発振させ、その発振特性の変化により真空度を知る、

②真空度に応じて変化する共振周波数と同じ周波数の信号を入れ、共振抵抗の変化を測定する、といった方法を採用しなければならない。そのため、①では振動子自体に固有インピーダンスが小さく感度が高いものが要求されるという問題があり、②では測定が複雑で周波数を変化させる装置が別途必要になるという問題があった。

ところで、本出願人は既に、恒弾性金属板の周縁部を枠部とし、その内側に幅狭な連結部を介して振動部を一体に設け、この振動部の上面に圧電薄膜を形成するとともに、圧電薄膜上に電極を形成してなる圧電共振子を提案している（例えば特公昭1-19650号公報）。この圧電共振子のインピーダンス特性について種々検討したところ、気圧に応じて圧電共振子の共振抵抗および反共振抵抗がほぼリニアに変化し、しかもこのとき共振周波数および反共振周波数が全く変化しないことを発見した。

そこで、本発明の目的は、圧電薄膜を用いた圧電共振子を利用して、簡単かつ高精度に圧力を測

定できる圧力計を得ることにある。

（課題を解決するための手段）

上記目的を達成するために、本発明の圧力計は、1枚の恒弾性金属板の周縁部を枠部とし、その内側に幅狭な連結部を介して振動部を一体に設け、この振動部の上面に圧電薄膜を形成するとともに、圧電薄膜上に電極を形成してなる圧電共振子と、圧電共振子の電極と恒弾性金属板との間に共振周波数または反共振周波数に相当する一定周波数信号を入力することにより、真空度に依存して変化する圧電共振子の共振抵抗または反共振抵抗を測定する測定装置と、を具備したものである。

（作用）

圧電共振子を大気圧中に露出させて設置し、これに高周波信号を入力すると、圧電共振子のインピーダンス特性は第1図実線のようにになる。これに対し、気圧を下げゆくと、真空度が上昇するに連れて第1図破線のようにインピーダンス特性が変化する。つまり、共振抵抗 $R$ 、が低下するとともに反共振抵抗 $R$ 、が上昇する。ただし、共振

周波数 $f$ 、および反共振周波数 $f$ 、は全く変化しない。

圧電薄膜を用いた圧電共振子の場合、共振抵抗、反共振抵抗が真空度に依存してリニアに変化するため、共振抵抗または反共振抵抗と真空度との関係を予め求めておけば、この圧電共振子を真空度を測定すべき環境下に設置し、共振周波数または反共振周波数の信号を入力してそのときの共振抵抗または反共振抵抗を測定するだけで、真空度を簡単に知ることができる。そのため、音叉型水晶振動子のように、発振回路に実際に組み込んで発振させる必要がなく、共振子自体に感度が高いものが要求されることがなく、また真空度に関係なく一定周波数信号を入力すればよいので、測定が簡単である。

（実施例）

第2図～第4図は本発明で用いられる圧電共振子の一例を示す。

図において、1は矩形状の恒弾性金属薄板であり、その周縁部を枠部2とし、その内側に2個の

コ字形溝3、3を隔てて矩形状の振動部4を形成してある。そして、枠部2と振動部4は幅狭な連結部5を介して連結され、連結部5は振動部4に生じられるひろがり振動の節点を支持している。なお、この実施例では連結部5の形状を周縁部側から中心部に向かって漸次幅狭となるテーパ形状としてある。恒弾性金属は温度の変化に対してその弾性係数が殆ど変化しない合金であり、エリンバー（商品名）は代表的な恒弾性金属（Fe-Ni-Cr系）である。上記枠部2、振動部4および連結部5は一枚の恒弾性金属板1からフォトリソグラフィ等の手法により一体に形成される。

上記振動部4上、片方の連結部5上および枠部2の一部の上面には、連続的に圧電薄膜6a、6b、6cがスパッタリング法、真空蒸着法、イオンプレーティング法、気相蒸着法等の公知の手法で形成されている。圧電薄膜の素材としては、酸化亜鉛、チタン酸バリウム系、チタン酸ジルコン酸鉛系、チタン酸鉛系の他、硫化カドミウム、セレン化カドミウム、酸化ベリリウム、ウルツ鉱酸化亜鉛の

中から選ばれた何れかあるいはこれらの固溶体（この中には酸化亜鉛も含む）、さらに  $AlN$ （窒化アルミニウム）等も使用可能である。

圧電薄膜 6a~6c 上には電極 7 がスパッタリング法、真空蒸着法等の公知の方法で形成されている。電極材料としては例えば  $Ni$ 、 $Ag$ 、 $Al$  等が使用される。電極 7 は、振動部 4 上の圧電薄膜 6a 上の振動電極 7a と、枠部 2 上の圧電薄膜 6c 上の端子電極 7c と、連結部 5 上の圧電薄膜 6b 上の引出電極 7b とで構成され、振動電極 7a と端子電極 7c は引出電極 7b によって接続されている。なお、引出電極 7b および端子電極 7c と、連結部 5 および枠部 2 との間に介在する圧電薄膜 6b, 6c は絶縁体として機能している。

上記のように、恒弾性金属板 1 の振動部 4 と、その上に形成された圧電薄膜 6a と、圧電薄膜 6a 上に形成された振動電極 7a とによって圧電共振子 A が構成される。この圧電共振子 A は、端子電極 7c と恒弾性金属板 1 の枠部 2 との間に高周波信号を入力することにより、圧電薄膜 6a の作用により恒

定空気室 10 内に露出状態で設置する。空気室 10 の排気管 11 は図示しない真空ポンプと接続されている。そして、圧電共振子 A の端子電極 7c と枠部 2 の一部とにリード線 12, 13 の一端を接続し、リード線 12, 13 の他端を空気室 10 の外部に設けたインピーダンスアナライザ 14 に接続する。

いま、インピーダンスアナライザ 14 から圧電共振子 A に共振周波数  $f$ 、または反共振周波数  $f$ 、に相当する一定周波数信号を入力すると、圧電共振子 A の共振抵抗  $R$ 、または反共振抵抗  $R$  が真空度に応じて変化する。この共振抵抗  $R$ 、または反共振抵抗  $R$  を測定すれば、第 5 図または第 6 図から簡単に真空度を求めることができる。

なお、本発明における測定装置としては、実施例のようなインピーダンスアナライザに限らず、例えば共振周波数または反共振周波数に相当する一定周波数信号を出力する高周波電源と、共振抵抗または反共振抵抗を測定するインピーダンスメータ等で構成してもよい。

また、圧電共振子 A の形状や構造は実施例に限

り、恒弾性金属板 1 の振動部 4 にひろがり振動が励振される。そして、圧電共振子 A のインピーダンスは真空度に依存してリニアに変化する。

第 5 図は第 3 図に示された形状および寸法の圧電共振子 A を用いて得られた共振抵抗 ( $\Omega$ ) と真空度 (Torr) との特性図である。なお、恒弾性金属板 (エリンバー)、圧電薄膜 ( $ZnO$ ) および電極 ( $Ni$ ) の各厚さを  $0.1mm$ 、 $20\mu m$ 、 $1\mu m$  とした。図から明らかなように、1 Torr ~ 大気圧 (760 Torr) まで共振抵抗がほぼ直線的に増大していることがわかる。

第 6 図は上記形状の圧電共振子 A を用いて得られた真空度と反共振抵抗との特性図を示す。この場合には、共振抵抗とは逆に真空度が大気圧に近づくに従い反共振抵抗が減少する傾向を示す。なお、100 Torr 未満の領域における反共振抵抗のばらつきは測定誤差によるものである。

上記圧電共振子 A を用いて実際に真空度を測定する方法について説明する。

まず、第 7 図のように圧電共振子 A を密閉され

定するものではない。

さらに、本発明の圧力計は真空度の測定だけでなく、正圧測定にも使用できる。

#### (発明の効果)

以上の説明で明らかなように、本発明の圧電薄膜型圧電共振子は、その共振周波数が真空度によって変化しないため、一定の周波数信号を入力することにより、真空度の関数として共振抵抗または反共振抵抗を直接測定できる。この際、圧電共振子の寸法は多少低くても支障はなく、しかも測定に際して周波数を変化させる装置も不要であり、極めて簡単に真空度を測定できる。

#### 4. 図面の簡単な説明

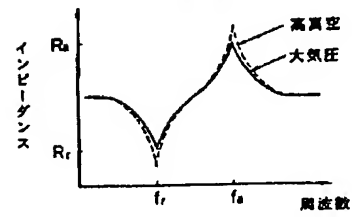
第 1 図は本発明のかかる圧電薄膜型圧電共振子のインピーダンス特性図、第 2 図は圧電共振子の斜視図、第 3 図は圧電共振子の平面図、第 4 図は第 3 図の IV-IV 線断面図、第 5 図は共振抵抗の真空度依存特性図、第 6 図は反共振抵抗の真空度依存特性図、第 7 図は圧力計の一構成図である。

A … 圧電共振子、1 … 恒弾性金属板、2 … 枠部、

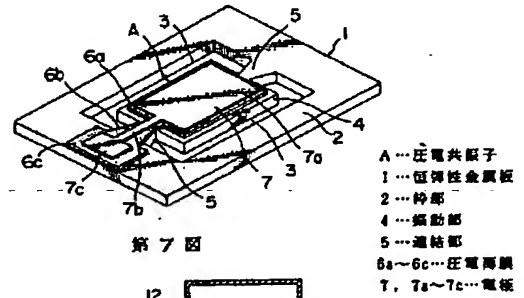
4…振動部、5…連結部、6a~6c…圧電薄膜、7、  
7a~7c…電極、14…インピーダンスアナライザ。

特許出願人 株式会社 村田製作所  
代理人 弁理士 筒井 秀雄

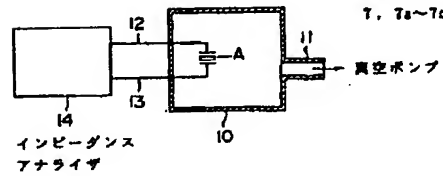
第1図



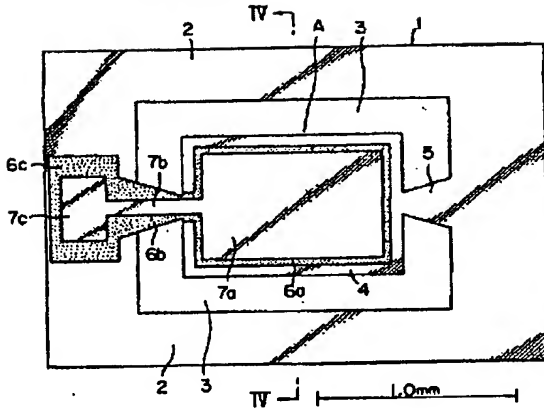
第2図



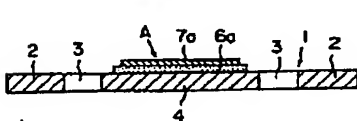
第7図



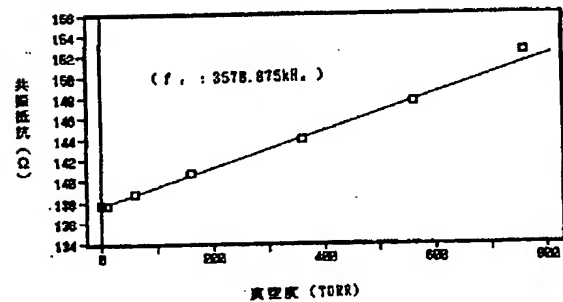
第3図



第4図



第5図



第6図

